

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

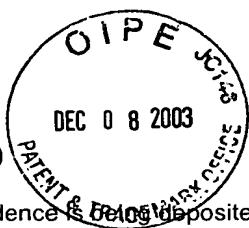
Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

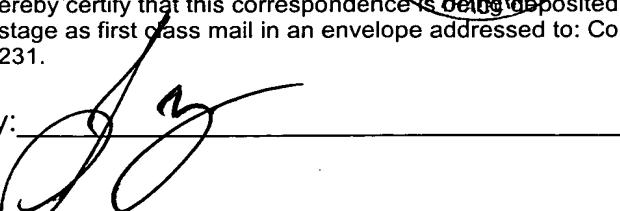
**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



Docket No.: MUH-12720

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Alexandria, VA 22313 20231.

By: 

Date: December 3, 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/642,856  
Applicant : Martin Freitag et al.  
Filed : August 18, 2003  
Art Unit : to be assigned  
Examiner : to be assigned

Docket No. : MUH-12720  
Customer No.: 24131

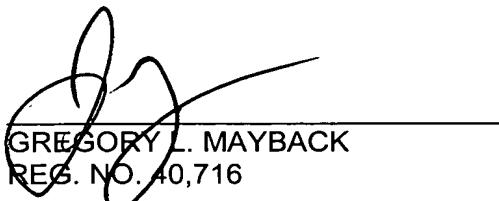
CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop: Missing Parts  
Hon. Commissioner for Patents,  
Alexandria, VA 22313-1450  
Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 07 380.1 filed February 16, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,



GREGORY L. MAYBACK  
REG. NO. 40,716

Date: December 3, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/mjb

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 07 380.1  
**Anmeldetag:** 16. Februar 2001  
**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG,  
München/DE  
**Bezeichnung:** Verfahren zum Beschreiben magnetoresistiver  
Speicherzellen und mit diesem Verfahren  
beschreibbarer magnetoresistiver Speicher  
**IPC:** G 11 C 11/15

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 25. September 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, which appears to read "Brosig". Below the signature, the name "Brosig" is printed in a smaller, sans-serif font.

# MÜLLER & HOFFMANN – PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys – European Trademark Attorneys

Innere Wiener Strasse 17  
D-81667 München

|                  |                                 |            |
|------------------|---------------------------------|------------|
| Anwaltsakte:     | 10830                           | Ko/cr      |
| Anmelderzeichen: | 2000 22737<br>(2000 E 21974 DE) | 16.02.2001 |

## **Infineon Technologies AG**

St.-Martin-Straße 53  
81669 München

---

**Verfahren zum Beschreiben magnetoresistiver Speicherzellen  
und mit diesem Verfahren beschreibbarer magnetoresistiver Speicher**

---

---

## Beschreibung

Verfahren zum Beschreiben magnetoresistiver Speicherzellen und mit diesem Verfahren beschreibbarer magnetoresistiver  
5 Speicher

Bei magnetoresistiven Speichern (MRAM) liegt der Speicheref-  
fekt im magnetisch veränderbaren elektrischen Widerstand der  
Speicherzelle (MTJ). Bei einer Ausführung liegt eine magne-  
10 toresistive Speicherzelle an der Kreuzung zweier Leiter, ei-  
ner Bitleitung BL und einer Wortleitung WL, die im allgemei-  
nen orthogonal zueinander angeordnet sind. An der Kreuzungs-  
stelle zwischen diesen Leitern befindet sich ein Mehr-  
schichtsystem, welches aus der Übereinanderstapelung eines  
15 weich- und hartmagnetischen Materials (ML-free und ML-fixed)  
besteht, zwischen denen sich ein Tunneloxid (TL) befindet  
(Crosspoint-Konzept). Die Informationsspeicherung geschieht  
dadurch, dass die Magnetisierung der weichmagnetischen  
Schicht (ML-free) gegenüber der Magnetisierungsrichtung der  
20 hartmagnetischen Schicht (ML-fixed) gedreht wird. Die hierzu  
erforderlichen Magnetfelder werden durch Ströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$   
erzeugt, die jeweils durch die Wortleitung WL und die Bit-  
leitung BL fließen und sich an deren Kreuzungspunkt überla-  
gern.

25

In der beiliegenden Fig. 1 ist ein Abschnitt einer derart aufgebauten MRAM-Speicheranordnung gezeigt, die aus einer Matrixanordnung der oben beschriebenen Speicherzellen be-  
steht. Um sicherzustellen, dass nur eine gewählte Zelle MTJ  
30 beschrieben wird, muss das Magnetfeld genau so groß gewählt werden, dass die Überlagerung der Magnetfelder der Ströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  durch die selektierte Wortleitung und Bitleitung zum Schalten der Magnetisierung ausreicht, jedoch so klein ge-  
wählt werden, dass weder benachbarte Zellen, noch Zellen,  
35 die sich an den selektierten Leitungen befinden, geschaltet

---

werden. Dieses Verfahren wird auch als "Half-Select"-Verfahren) bezeichnet.

Das Lesen von MRAM-Zellen erfolgt über die Bestimmung des Widerstands der jeweiligen MTJs. Bei paralleler Orientierung der Magnetisierungsrichtungen von ML-free und ML-fixed ist der (Tunnel-)Widerstand der Zelle klein, während bei antiparalleler Orientierung dieser Widerstand groß ist. Somit kann man, wie in Fig. 1 angedeutet, der parallelen Orientierung der Magnetisierungsrichtungen von ML-free und ML-fixed eine logische "1" und der antiparallelen Orientierung der Magnetisierungsrichtungen eine logische "0" zuordnen.

Bei häufigem Beschreiben eines MTJs wurde eine Alterung der Zellen registriert. Dies bedeutet, dass mit steigender Anzahl von Schreibzyklen der Unterschied des Widerstands der MTJs jeweils zwischen paralleler Orientierung ("1") und antiparalleler Orientierung ("0") sinkt und somit der Informationsinhalt der Zelle immer schwieriger zu bestimmen wird. Außerdem wird häufig beobachtet, dass zu beschreibende Zellen nicht zuverlässig schalten. Diese Probleme lassen sich mit dem bisher verwendeten "Half-Select"-Verfahren nicht lösen, und es sind auch keine anderen Lösungen bekannt.

Nachstehend werden die im Stand der Technik auftretenden Probleme noch genauer bezogen auf die Fig. 2 beispielhaft beim Einschreiben einer logischen "1" erläutert. Ohne äußeres Feld ist die Magnetisierung in dünnen magnetischen Schichten (hier von ML-free) entlang einer ausgezeichneten Richtung orientiert, der sogenannten leichten Achse, die in Fig. 2 gestrichelt gezeichnet ist. Der stark ausgezogene gezeichnete Pfeil in den Fig. 2a und 2b gibt somit die Magnetisierungsrichtung (von ML-free) der magnetoresistiven Speicherzelle MTJ solange keine Einwirkung eines durch einen Strom in der Bitleitung BL und/oder der Wortleitung WL erzeugten äußeren Magnetfeldes auftritt. Um die durch den

stark ausgezogenen Pfeil in Fig. 2a und 2b angedeutete (Ruhe-) Magnetisierungsrichtung zu ändern, muss ein äußeres Feld angelegt werden, welches außerhalb des durch die schraffierte Fläche angedeuteten Schaltbereichs (der sogenannten Asteroide) liegt. Schaltet man mit nur einer Feldkomponente (beispielsweise  $H_x$ ) benötigt man relativ große Felder. Nutzt man dagegen beide Feldkomponenten  $H_x$  und  $H_y$ , benötigt man betragsmäßig kleinere Felder zum Schalten.

10 Somit wird gemäß den Fig. 2b und 2c ein Magnetfeld mit einer Komponente  $H_x$  und  $H_y$  durch einen in der Wortleitung WL fließenden Strom  $I_{WL}$  und einen in der Bitleitung BL fließenden Strom  $I_{BL}$  erzeugt (gestrichelter Pfeil in Fig. 2b). Dieses Feld muss solange anliegen, bis die Magnetisierungsrichtung

15 (stark ausgezogener Pfeil) entlang der Richtung des durch  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  erzeugten Magnetfelds orientiert ist (Fig. 2c). Dann werden beide Ströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  ausgeschaltet, und es liegt kein Magnetfeld mehr von außen an (Fig. 2d). Man hofft dann, dass die Magnetisierungsrichtung (stark ausgezogener Pfeil)

20 nun die in Fig. 2e skizzierte Ausrichtung, antiparallel zum Ausgangszustand (der Ruhe-Magnetisierungsrichtung gemäß Fig. 2a) einnimmt.

25 Da dieses Verfahren, wie schon erwähnt, nicht zuverlässig ist und zum Altern der Zelle führt, ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Beschreiben magnetoresistiver Speicherzellen eines MRAM-Speichers zu ermöglichen, welches das Alterungsphänomen vermeidet, damit die Lebensdauer eines MRAM-Speichers vergrößert und verglichen mit dem üblichen 30 Half-Select-Verfahren zuverlässiger schaltet sowie einen mit einem erfindungsgemäßen Verfahren beschreibbaren MRAM-Speicher anzugeben.

Diese Aufgabe wird anspruchsgemäß gelöst.

Ein gattungsgemäßes Verfahren zum Beschreiben magnetoresistiver Speicherzellen eines MRAM-Speichers zeichnet sich gemäß einem wesentlichen Aspekt der Erfindung dadurch aus, dass die Schreibströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  zeitlich gegeneinander versetzt der Wortleitung WL und der Bitleitung BL so aufgeschaltet werden, dass die Magnetisierungsrichtung der selektierten Speicherzelle in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten in die zum Schreiben einer logischen "0" oder "1" gewünschte Richtung gedreht wird.

10

Das erfindungsgemäße Verfahren kann dadurch vorteilhaft weitergebildet werden, dass die Schreibströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  der gewählten Speicherzelle jeweils in annähernd gleicher Impulsdauer und zeitlich gegeneinander versetzt aufgeschaltet werden.

15

Dann kann das erfindungsgemäße Verfahren so durchgeführt werden, dass zum Schreiben einer logischen "1" der Schreibstrom  $I_{BL}$  in der Bitleitung BL in der gleichen Stromflussrichtung wie der Schreibstrom  $I_{WL}$  in der Wortleitung WL fließt und gegenüber dem Schreibstrom  $I_{WL}$  der Wortleitung WL verzögert aufgeschaltet wird.

25

Ein mit diesem Verfahren beschreibbarer MRAM-Speicher mit einem Array aus magnetoresistiven Speicherzellen und mit Wortleitungen und Bitleitungen ist mit einer Schreibsteuerschaltung versehen, die zum Aufschalten von Schreibströmen  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  jeweils auf die Wortleitung WL und Bitleitung BL einer zum Schreiben ausgewählten Speicherzelle MTJ eingerichtet ist, und zeichnet sich dadurch aus, dass die Schreibsteuerschaltung Schaltungsmittel aufweist, die die Schreibströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  zeitlich gegeneinander versetzt der Wortleitung WL und der Bitleitung BL so aufschalten, dass die Magnetisierungsrichtung der selektierten Speicherzelle in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten in die zum

30

35

---

Schreiben einer logischen "0" oder "1" gewünschte Richtung gedreht wird.

Nachstehend wird das erfindungsgemäße Verfahren in einem Ausführungsbeispiel bezogen auf die Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnungsfiguren zeigen im einzelnen:

Fig. 1 schematisch und perspektivisch den grundsätzlichen Aufbau einer MRAM-Speicheranordnung,

Fig. 2a-2e grafisch das Schalten der Magnetisierungsrichtung beim bekannten Half-Select-Verfahren,

Fig. 3a-3h ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Schreibverfahrens durch Anlegen eines zeitgesteuerten äußeren Magnetfeldes, und

Fig. 4 die Umsetzung des in Fig. 3 grafisch dargestellten Verfahrens in ein Impuls-Zeitdiagramm, welches die gegeneinander zeitversetzten Stromimpulse durch die Wortleitung und die Bitleitung jeweils beim Schreiben einer logischen "1" und einer logischen "0" veranschaulicht.

25 Die nachstehende Beschreibung setzt beispielhaft eine gemäß Fig. 1 aufgebaute MRAM-Speicheranordnung voraus. Es muß jedoch bemerkt werden, dass das erfindungsgemäße Verfahren auch bei anders aufgebauten MRAMs anwendbar ist, bei denen die magnetoresistive Speicherzelle nicht unmittelbar am Kreuzungspunkt der Bitleitung mit der Wortleitung angeordnet ist und bei denen zusätzlich ein Auswahltransistor oder eine Auswahldiode durch eine entsprechende Auswahlleitung gesteuert werden.

35 Bei dem in Fig. 3 grafisch und in Fig. 4 durch ein Impuls-Zeitdiagramm veranschaulichten erfindungsgemäßen Schreibver-

fahren zum Beschreiben magnetoresistiver Speicherzellen eines MRAM-Speichers werden die Feldkomponenten  $H_x$  und  $H_y$  bzw. die Zeiten des Aufschaltens der Wortleitungs- und Bitleitungsströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  exakt so kontrolliert, dass das im be-

5 kannten Half-Select-Verfahren stattfindende "Schalten" der Magnetisierung in einen Rotationsprozess der Magnetisierung überführt wird, der wesentlich zuverlässiger und langlebiger arbeitet.

10 In den grafischen Darstellungen der Fig. 3a bis Fig. 3h, die die zeitliche Abfolge der Rotation der Magnetisierung beim Schreiben einer logischen "1" veranschaulichen, ist zur Vereinfachung die Asteroide weggelassen und nur die leichte Achse durch eine gestrichelte Gerade angedeutet. Wie in Fig.

5 2 ist die Magnetisierung der Speicherzelle MTJ durch einen stark schwarz gezeichneten Pfeil und das sich aus den Magnetfeldkomponenten  $H_y$  und  $H_x$  zusammensetzende durch den Wortleitungsstrom  $I_{WL}$  und den Bitleitungsstrom  $I_{BL}$  induzierte Magnetfeld durch einen doppelt gestrichelten Pfeil darge-

20 stellt. Fig. 3a veranschaulicht die Ausgangssituation, die der in Fig. 2a dargestellten Ausgangssituation entspricht. In den Fig. 3b und 3c liegt zunächst, induziert durch die Ströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$ , ein Magnetfeld  $H_y$  nur in y-Richtung an, welches die Magnetisierung der MRAM-Speicherzelle MTJ zu-

25 nächst um einen Winkel zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  dreht (Fig. 3c). Dann wird, wenn beide Ströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  fließen, das Magnetfeld mit etwa gleich großen Komponenten  $H_x$  und  $H_y$  in x- und y-Richtung erzeugt, wodurch sich die Magnetisierungsrichtung (starker Pfeil) weiter dreht und einen Winkel im Bereich

30 zwischen  $90^\circ$  und  $180^\circ$  annimmt (Fig. 3e). Endlich wird durch ein Magnetfeld, das eine lediglich in x-Richtung weisende Komponente  $H_x$  hat, die Magnetisierungsrichtung gemäß den Fig. 3f und 3g weiter gedreht, bis sie schließlich in x-Richtung ( $180^\circ$ ) gedreht ist. Fig. 3h zeigt den stromlosen Endzustand,

35 der den Informationsgehalt gemäß einer logischen "1" der MRAM-Speicherzelle MTJ angibt.

Das Zeitdiagramm in Fig. 4 zeigt in seiner linken Hälfte die Zeitfolge a - h des Wortleitungsstroms  $I_{WL}$  und des Bitleitungsstroms  $I_{BL}$  zum Schreiben einer logischen 1, und die 5 Zeitpunkte a - h entsprechen der in Fig. 3a - h gezeigten Folge der dadurch sich drehenden Magnetisierung, wie sie oben beschrieben wurde.

Die rechte Hälfte der Fig. 4 zeigt in gleicher Weise Schritte 10 a' - h' der zeitlichen Abfolge der Ströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  zum Schreiben einer logischen "0" in eine MRAM-Speicherzelle MTJ. Es ist ersichtlich, dass zwischen den Zeitpunkten i' und h' der Bitleitungsstrom  $I_{BL}$  in umgekehrter Richtung durch die Bitleitung BL fließt.

15 Zur Durchführung der erfindungsgemäß vorgeschlagenen schrittweisen Rotation der Magnetisierung ist es somit unbedingt nötig, dass der Strom  $I_{WL}$  durch die Wortleitung WL und der Strom  $I_{BL}$  durch die Bitleitung BL zeitlich gegeneinander 20 definiert versetzt sind. Wenn zum Beispiel der Wortleitungsstrom und der Bitleitungsstrom gleiche Einschaltdauer haben, so kann der Bitleitungsstrom  $I_{BL}$  z.B. etwa um die halbe Einschaltzeit gegenüber dem Wortleitungsstrom  $I_{WL}$  verzögert angelegt werden, wobei die Stromflussrichtung des Bitleitungs- 25 stroms  $I_{BL}$  beim Schreiben einer logischen "0" umgekehrt ist gegenüber der Stromflussrichtung von  $I_{BL}$  beim Schreiben einer logischen "1".

30 Die erfindungsgemäße und oben anhand der Figuren beschriebene kontrollierte Rotation der Magnetisierung der MRAM-Speicherzelle MTJ vermeidet das beim bekannten Half-Select-Verfahren auftretende Alterungsphänomen, verlängert dadurch die Lebensdauer der MRAM-Zellen und schaltet zuverlässiger im Vergleich mit dem herkömmlichen Verfahren.

Mit Kenntnis des oben beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahrens kann ein Fachmann ohne weiteres eine Schreibsteuerung für einen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren beschreibbaren MRAM-Speicher, das heißt Schaltungsmittel angeben, die die Schreibströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  durch die Wortleitung WL und die Bitleitung BL zeitlich gegeneinander versetzt aufschalten, so wie es beispielhaft in Fig. 4 dargestellt ist, so dass die Magnetisierungsrichtung der selektierten Speicherzelle in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten in die jeweils zum Schreiben einer logischen "0" oder "1" gewünschte Richtung gedreht wird.

Das Zeitdiagramm in Fig. 4 zeigt in seiner linken Hälfte die Zeitfolge a - h des Wortleitungsstroms  $I_{WL}$  und des Bitleitungsstroms  $I_{BL}$  zum Schreiben einer logischen 1, und die 5 Zeitpunkte a - h entsprechen der in Fig. 3a - h gezeigten Folge der dadurch sich drehenden Magnetisierung, wie sie oben beschrieben wurde.

Die rechte Hälfte der Fig. 4 zeigt in gleicher Weise Schritte 10 a' - h' der zeitlichen Abfolge der Ströme  $I_{WL}$  und  $I_{BL}$  zum Schreiben einer logischen "0" in eine MRAM-Speicherzelle MTJ. Es ist ersichtlich, dass zwischen den Zeitpunkten i' und h' der Bitleitungsstrom  $I_{BL}$  in umgekehrter Richtung durch die Bitleitung BL fließt.

15 Zur Durchführung der erfindungsgemäß vorgeschlagenen schrittweisen Rotation der Magnetisierung ist es somit unbedingt nötig, dass der Strom  $I_{WL}$  durch die Wortleitung WL und der Strom  $I_{BL}$  durch die Bitleitung BL zeitlich gegeneinander 20 definiert versetzt sind. Wenn zum Beispiel der Wortleitungsstrom und der Bitleitungsstrom gleiche Einschaltdauer haben, so kann der Bitleitungsstrom  $I_{BL}$  z.B. etwa um die halbe Einschaltzeit gegenüber dem Wortleitungsstrom  $I_{WL}$  verzögert angelegt werden, wobei die Stromflussrichtung des Bitleitungsstroms  $I_{BL}$  beim Schreiben einer logischen "0" umgekehrt ist 25 gegenüber der Stromflussrichtung von  $I_{BL}$  beim Schreiben einer logischen "1".

30 Die erfindungsgemäße und oben anhand der Figuren beschriebene kontrollierte Rotation der Magnetisierung der MRAM-Speicherzelle MTJ vermeidet das beim bekannten Half-Select-Verfahren auftretende Alterungsphänomen, verlängert dadurch die Lebensdauer der MRAM-Zellen und schaltet zuverlässiger im Vergleich mit dem herkömmlichen Verfahren.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Beschreiben magnetoresistiver Speicherzellen eines MRAM-Speichers, bei dem Schreibströme ( $I_{WL}$ ,  $I_{BL}$ ) jeweils einer Wortleitung (WL) und einer Bitleitung (BL) so aufgeschaltet werden, dass eine Überlagerung der durch die Schreibströme erzeugten Magnetfelder ( $H_x(I_{BL})$ ,  $H_y(I_{WL})$ ) in jeder durch die entsprechende Wort- und Bitleitung (WL, BL) selektierten Speicherzelle (MTJ) zur Änderung ihrer Magnetisierungsrichtung führt,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Schreibströme ( $I_{WL}$ ,  $I_{BL}$ ) zeitlich gegeneinander versetzt der jeweiligen Wortleitung (WL) und Bitleitung (BL) so aufgeschaltet werden, dass die Magnetisierungsrichtung der selektierten Speicherzelle (MTJ) in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten in die zum Schreiben einer logischen "0" oder "1" gewünschte Richtung gedreht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Schreibströme ( $I_{WL}$ ,  $I_{BL}$ ) für die gewählte Speicherzelle (MTJ) jeweils in annähernd gleicher Dauer und gegenüber einander zeitlich versetzt aufgeschaltet werden.

25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass zum Schreiben einer logischen "1" in die gewählte Speicherzelle (MTJ) der Schreibstrom ( $I_{BL}$ ) in der Bitleitung (BL) in der gleichen Stromflussrichtung wie der Schreibstrom ( $I_{WL}$ ) der Wortleitung (WL) fließt und gegenüber dem Schreibstrom ( $I_{WL}$ ) der Wortleitung (WL) verzögert aufgeschaltet wird.

4. MRAM-Speicheranordnung mit einem Array aus magnetoresistiven Speicherzellen (MTJ) und mit Wortleitungen (WL) und Bitleitungen (BL), wobei eine Schreibsteuerschaltung zum Aufschalten von Schreibströmen ( $I_{WL}$  und  $I_{BL}$ ) jeweils auf die

---

Zusammenfassung

Verfahren zum Beschreiben magnetoresistiver Speicherzellen und mit diesem Verfahren beschreibbarer magnetoresistiver  
5 Speicher

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Beschreiben magnetoresistiver Speicherzellen eines MRAM-Speichers, bei dem Schreibströme ( $I_{WL}$ ,  $I_{BL}$ ) jeweils einer Wortleitung (WL) und  
10 einer Bitleitung (BL) aufgeschaltet werden, wobei eine Überlagerung der durch die Schreibströme erzeugten Magnetfelder in jeder durch die entsprechende Wort- und Bitleitung selektierten Speicherzelle zur Änderung ihrer Magnetisierungsrichtung führt. Bei dem Verfahren werden die Schreibströme  
15 ( $I_{WL}$ ,  $I_{BL}$ ) zeitlich gegeneinander versetzt der jeweiligen Wortleitung (WL) und Bitleitung (BL) so aufgeschaltet, dass die Magnetisierungsrichtung der selektierten Speicherzelle in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten (a - h) in die zum Schreiben einer logischen "0" oder "1" gewünschte Richtung gedreht wird.  
20

(Fig. 4)

---

Bezugszeichenliste

|          |   |
|----------|---|
| BL       | Bitleitung  |
| WL       | Wortleitung   |
| ML-free  | freie Magnetlage (weichmagnetische Schicht)                 |
| ML-fixed | feste Magnetlage (hartmagnetische Schicht)                  |
| TL       | Tunnellage (Tunneloxid)                                     |
| MTJ      | Magnetic Tunnel Junction (magnetoresistive Speicherzelle)   |
| $I_{BL}$ | Strom durch die Bitleitung BL                               |
| $I_{WL}$ | Strom durch die Wortleitung WL                              |
| $H_x$    | Magnetfeldkomponente in x-Richtung                          |
| $H_y$    | Magnetfeldkomponente in y-Richtung                          |
| a - h    | aufeinander Schritte beim Drehen der Magnetsierungsrichtung |
| a' - h'  | aufeinander Schritte beim Drehen der Magnetsierungsrichtung |

Fig. 1

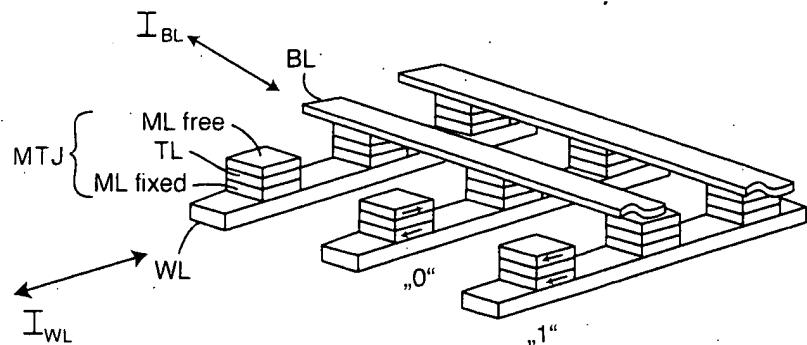


Fig. 2a

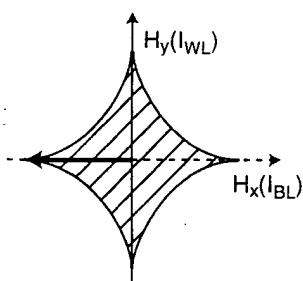


Fig. 2b

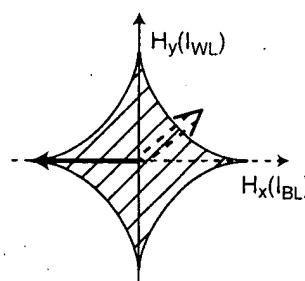


Fig. 2c

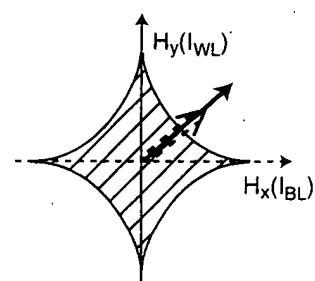


Fig. 2d

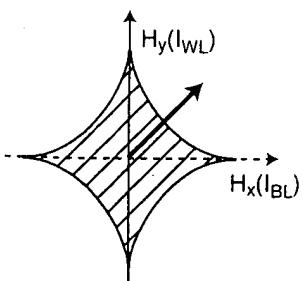


Fig. 2e

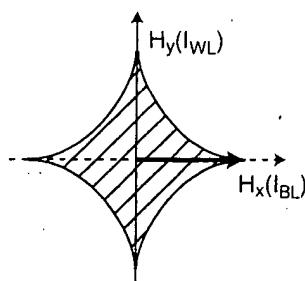


Fig. 3a



Fig. 3b

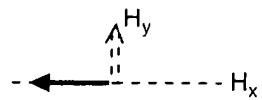


Fig. 3c

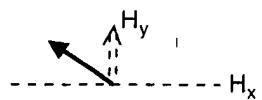


Fig. 3d



Fig. 3e

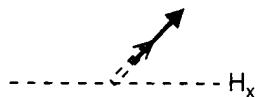


Fig. 3f



Fig. 3g

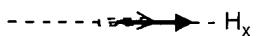
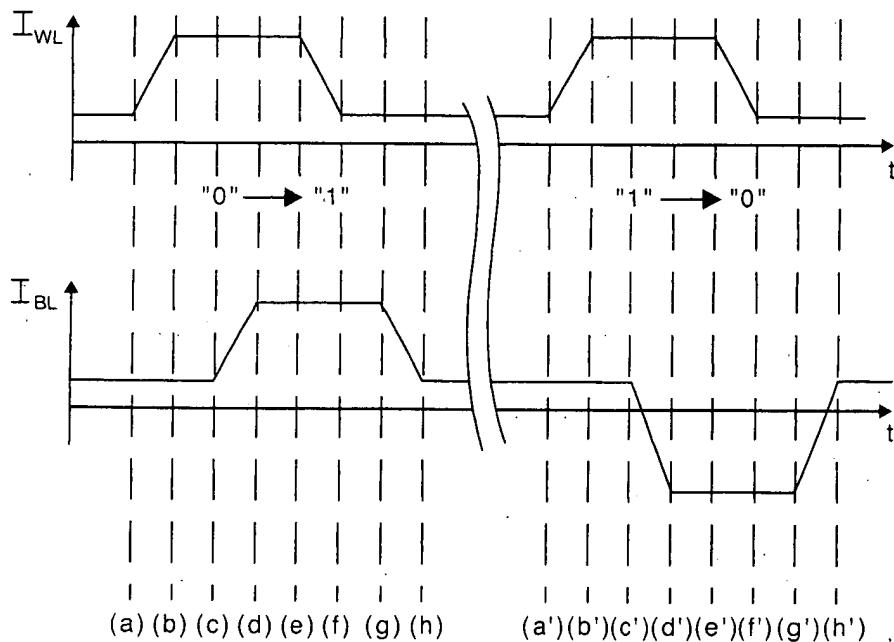


Fig. 3h



Fig. 4



Figur für die Zusammenfassung

Fig. 4

